

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Rodinný dům - vytápění

The Family House - The Heating

Student:

Lukáš Kolúch

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petra Tymová

Ostrava 2010

**Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, же Высoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, же оdevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....

Lukáš Kolúch

.....

podpis studenta

### **Poděkování**

Děkuji vedoucí bakalářské práce, paní Ing. Petře Tymové, a konzultantovi, panu Ing. Pavlu Vlčkovi, za ochotu, informace, cenné rady a připomínky při zpracovávání bakalářské práce.

## **Anotace**

V předložené bakalářské práci je zpracován návrh stavby rodinného domu a také návrh otopné soustavy. Stavební část se zabývá konstrukčním řešením rodinného domu, skladbou podlah a stropních konstrukcí, typem střechy a její skladbou a také připojením na inženýrské sítě. Stěžejní částí je právě návrh vytápění. Rodinný dům je zpracován z hlediska tepelných ztrát, na které je navržen kotel a veškerá otopná tělesa k pokrytí těchto tepelných ztrát. Je zde zpracován kompletní výpočet tlakových ztrát, návrh a posouzení nezbytných součástí otopného systému. Jedná se o pojistný ventil, expanzní nádobu a čerpadlo. Bakalářská práce také zobrazuje hydraulické vyregulování soustavy pomocí termoregulačních ventilů. Na závěr je uvedeno porovnání nákladů na vytápění z hlediska plynového kondenzačního kotle, zplyňovacího kotle a klasického odhořivacího kotle.

**Klíčová slova:** otopná soustava, tepelná ztráta, hydraulická regulace, pojistný ventil, expanzní nádoba, čerpadlo

## **Summary**

The submitted thesis contains project of the family – house and project of heating system. The part of construction system deals with construction solution of the family – house, layers of floors and ceiling constructions, type of the roof and connection to the utility lines. The main part is just designing of the heating system. The family – house is processed for calculation of heat losses which I have for designing of boiler for heating and for hot – water radiators. Pressure losses in pipes are completely calculated here. All the necessary accessories are designed and considered too. The accessories are safety valve, expansion tank and circulating pump. The thesis also contains hydraulic control of the heating system by the help of the thermostatic valves. In conclusion, I compare costs of heating with these kinds of boilers: condensing, gasifying and classic.

**Key words:** heating system, heat loss, hydraulic control, safety valve, expansion tank, circulating pump

## OBSAH BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

1 Úvod-----	1
2 Průvodní zpráva -----	2
2.1 Identifikační údaje -----	2
2.2 Architektonické řešení-----	3
2.3 Dispoziční řešení a provoz-----	3
2.4 Parametry rodinného domu -----	3
3 Technická zpráva stavební části-----	3
3.1 Zemní práce -----	3
3.2 Založení rodinného domu -----	4
3.3 Svislé konstrukce-----	4
3.4 Vodorovné konstrukce - stropy -----	5
3.5 Vodorovné konstrukce - podlahy -----	6
3.6 Schodiště -----	7
3.7 Střešní konstrukce-----	9
3.8 Okenní otvory-----	10
3.9 Dveřní otvory -----	10
3.10 Komín -----	10
3.11 Předsazené konstrukce -----	12
3.12 Izolace proti hluku-----	12
3.13 Izolace proti vodě a vlhkosti -----	12
3.14 Tepelná izolace-----	12
3.15 Zámečnické výrobky -----	13
3.16 Tesařské výrobky -----	13
3.17 Klempířské výrobky-----	14
3.18 Úprava vnějších povrchů -----	14
3.19 Úprava vnitřních povrchů -----	14
3.20 Terénní úpravy -----	14
3.21 Vliv techn. řešení stavby a jejího provozu na krajinu, zdraví a živ. prostředí -	14
3.22 Vliv stavby a jejího užívání na životní prostředí-----	14
4 Technická zpráva vytápění-----	15
4.1 Úvod -----	15
4.2 Geometrie budovy -----	15
4.3 Klimatické poměry-----	15
4.4 Tepelné ztráty-----	17

4.5	Potřeba tepla na vytápění	18
4.6	Zdroj tepla	19
4.7	Umístění zdroje tepla	19
4.8	Přívod vzduchu a odvod spalin	19
4.9	Připojení na plyn	20
4.10	Napouštění vody	20
4.11	Popis kondenzace	20
4.12	Spalování zemního plynu	21
4.13	Porovnání nákladů na vytápění	21
4.14	Dodávka dřeva pro alternativní kotel odhořivací	22
4.15	Systém vytápění	23
4.16	Způsob rozvodu potrubí	23
4.17	Materiál potrubí	23
4.18	Návrh dimenzí rozvodů	23
4.19	Výpočet tlakových ztrát	23
4.20	Nejnepříznivější okruh z hlediska tlakových ztrát	24
4.21	Teplotní spád	24
4.22	Horizontální rozvod	24
4.23	Vertikální rozvod	24
4.24	Otopná tělesa	24
4.25	Hydraulické vyregulování soustavy pomocí TRV	24
4.26	Fyzikální proces předávání tepla	26
4.27	Izolace potrubí	26
4.28	Uchycení trubek	28
4.29	Spojování trubek	29
4.30	Spádování potrubí	29
4.31	Vypouštění otopné soustavy	29
4.32	Armatury a příslušenství otopné soustavy	29
4.33	Výpočet pojistného ventilu	30
4.34	Výpočet expanzní nádoby	32
4.35	Posouzení oběhového čerpadla	34
5	Závěr	35
	SEZNAM VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE	36
	SEZNAM PŘÍLOH	36
	POUŽITÁ LITERATURA	37

## Seznam použitého značení

<b>A</b>	plocha [ $\text{m}^2$ ]	<b>R<sub>w</sub></b>	vážená lab. neprůzv. [dB]
<b>BpV</b>	Balt po vyrovnání	<b>SBS</b>	styren-butadien-styren
<b>C20/25</b>	beton s válc. pevn. 20 MPa a krychelnou pevn. 25 MPa	<b>TRV</b>	termoregulační ventil
<b>CH<sub>4</sub></b>	metan	<b>U</b>	souč. prostupu tepla [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]
<b>CO<sub>2</sub></b>	oxid uhličitý	<b>V</b>	objem [ $\text{m}^3$ ]
<b>EPS</b>	expandovaný polystyrén	<b>XPS</b>	extrudovaný polystyrén
<b>F<sub>i,T</sub></b>	tepelná ztráta prostupem	<b>Z</b>	tlak. ztráta vřaz. odpory [Pa]
<b>F<sub>i,v</sub></b>	tepelná ztráta větráním	<b>ZPF</b>	zemědělský půdní fond
<b>H</b>	výhřevnost [ $\text{MPa}/\text{kg}$ ]	<b>g</b>	tíhové zrychlení [ $\text{m}/\text{s}^2$ ]
<b>H<sub>2</sub>O</b>	voda	<b>h</b>	výška [mm]
<b>JZ</b>	jihozápad	<b>h<sub>p</sub></b>	výška schod. stupně [mm]
<b>M</b>	hmotnost [kg]	<b>k<sub>v</sub></b>	konstrukční výška [mm]
<b>N<sub>2</sub></b>	dusík	<b>l</b>	délka [m]
<b>O<sub>2</sub></b>	kyslík	<b>m</b>	hmotnostní průtok [ $\text{kg}/\text{h}$ ]
<b>OT</b>	otopné těleso	<b>p</b>	tlak [Pa]
<b>PES</b>	polyester	<b>w</b>	průtočná rychlost [ $\text{m}/\text{s}$ ]
<b>PVC-P</b>	měkčený polyvinylchlorid	<b><math>\alpha</math></b>	úhel [ $^\circ$ ]
<b>Q</b>	výkon kotle [W]	<b><math>\eta</math></b>	účinnost [%]
<b>Q</b>	teplo [J]	<b><math>\lambda</math></b>	souč. tepelné vodiv. [ $\text{W}/\text{mK}$ ]
<b>Q</b>	hmotnostní průtok [ $\text{kg}/\text{s}$ ]	<b><math>\xi</math></b>	souč. vřazeného odporu [-]
<b>R</b>	délková tlaková ztráta [ $\text{Pa}/\text{m}$ ]	<b><math>\rho</math></b>	objemová hmotnost [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]



## 1 ÚVOD

Předmětem bakalářské práce je využití mých dosavadních znalostí z oboru vytápění a navrhnout kompletní otopnou soustavu teoreticky, graficky a početně.

Prvním krokem bylo zvolení rozsahu vytápěného objektu, v mém případě se jedná o rodinný dům standardního charakteru.

Hlavním cílem je tedy využít znalostí fyziky v oblasti termiky, neboť již několik staletí máme díky pokrokům ve fyzice vztahy, které můžeme aplikovat i v oboru stavebnictví. Prvotním podnětem proč vůbec vytápění navrhovat, je člověk a jeho fyziologický stav vůči podnebným podmínkám, ve kterých se člověk pohybuje a přežívá. Lidé nejsou přizpůsobeni klimatu srstí jako zvířata, a proto je nutné nám příjemné podmínky k životu vytvářet. A co jsou to vůbec příjemné podmínky? Lidem nesmí být ani zima ani příliš teplo a musí být, jednoduše řečeno, nastaveny optimální podmínky. O ty se pak starají a navrhují je odborníci z oboru.

Co se týče klimatické oblasti, pro které je rodinný dům navrhován, tak se jedná o lokalitu Ostrava (nadmořská výška činí 217 m n. m.) s návrhovou venkovní teplotou  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  a s 219 dny otopného období. Na tyto parametry musíme být schopni vytvářet odezvu ve formě vytápění, tzn. že musíme pokrýt tepelné ztráty při hodnotách  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  a pokrýt potřebu objemu spalovaného média na vytápění po dobu minimálně 219 dnů.

Hlavním aspektem pro správně fungující rodinný dům je volba stavebního materiálu, který je v současnosti na trhu a je schopen plnit svou funkci po několik desetiletí. Jde především o nosné a tepelně technické vlastnosti stavební konstrukce.

Dalším neméně důležitým aspektem je výběr spalovaného média a kotle, neboť na výhřevnosti a účinnosti spalování závisí roční náklady na provoz. Finance vstupují do návrhu vytápění v první fázi, neboť jsou veliké cenové rozdíly na jednotku tepla. Zde vstupuje i otázka, zda je majitel ochoten si více připlatit za větší výhřevnost, anebo vytápět rodinný dům médiem s nižší cenou a s nižší výhřevností, zato však s větší frekvencí přikládání a manuální aktivitou.

Výsledkem je zhodnocení a porovnání nákladů na vytápění vzhledem k současným cenám na trhu s energiemi.

## 2 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

### 2.1 Identifikační údaje

- Název akce: Novostavba rodinného domu
- Místo akce: Výstavní 641, Ostrava - Poruba, 708 00
- Okres: Ostrava
- Úřad obce s rozšířenou působností: MěÚ Ostrava
- Stavební úřad: Ostrava, Prokešovo náměstí 8
- Investor: Lukáš Kolúch
- Zpracovatel: Lukáš Kolúch

#### Údaje o pozemku:

- vlastník: Lukáš Kolúch, 17. listopadu 641, Ostrava – Poruba
- číslo pozemku: 315/1
- plocha pozemku: 642 m<sup>2</sup>

#### Členění stavby:

Výstavba rodinného domu je členěna na stavební objekty:

OZN	STAVEBNÍ OBJEKT	VÝMĚRA	JEDNOTKA
• SO1	STAVBA RODINNÉHO DOMU VČETNĚ GARÁŽE	911,1 (160,3)	m <sup>3</sup> (m <sup>2</sup> )
• SO2	NTL PLYNOVOD	9,81	m
• SO3	PŘÍVOD NÍZKÉHO NAPĚTÍ NN 25 kV	8,07	m
• SO4	DEŠŤOVÁ KANALIZACE	10,45	m
• SO5	SPLAŠKOVÁ KANALIZACE	9,28	m
• SO6	PŘÍVOD PITNÉ VODY	9,81	m
• SO7	PŘÍCHOZÍ A PŘÍJEZDOVÁ CESTA	67,7	m <sup>2</sup>
• SO8	OPLOCENÍ PLETIVEM	102,9	m
• SO9	TERÉNNÍ ÚPRAVY	488,6	m <sup>2</sup>

#### Způsob provedení stavby:

Stavba bude provedena odbornou firmou na základě vlastního výběru investora.

#### Předpokládaná doba výstavby:

Se zahájením se počítá na počátku května 2010. Doba výstavby bude dohodnuta mezi investorem a dodavatelem stavby.

## 2.2 Architektonické řešení

Rodinný dům je navržen jako nepodsklepený jednogenerační. Má dvě nadzemní podlaží. Ze západní strany je přistavěna garáž. Dům je konstrukčně řešen co nejjednodušeji, abychom dosáhli nejpříznivějších výsledků tzv. geometrické charakteristiky budovy  $A/V$  podle kapitoly 17.4.2 [1]. Dům se bude nacházet na rovinném terénu. Přístup ke komunikaci je ze severní strany.

## 2.3 Dispoziční řešení a provoz

Hlavní vstup do domu je navržen ze severní strany, další vstup je možný přes garáž a také přes dveře ze zahrady do obývacího pokoje – západní strana. Obě podlaží jsou spojena pravotočivým železobetonovým schodištěm, které je umístěno v předsíni domu. Obytné prostory jsou umístěny převážně na jižní stranu. Prostory obslužné jsou situovány na stranu severní a východní, vyjma technické místnosti, která je umístěna na západ. Garáž je od domu oddělena stěnou z obvodového zdiva – západní strana. Relativní nula rodinného domu  $\pm 0,000 = 265,400$  m n. m. a je vztažena k výškovému systému Balt po vyrovnání BpV.

- 1NP – zádveří, předstíň, záchod, koupelna, nářad'ovna, sklad potravin, kuchyň, obývací místnost, schodiště, technická místnost a garáž
- 2NP – předstíň, záchod, koupelna, ložnice, pokoj č. 1, pokoj č. 2

## 2.4 Parametry rodinného domu

- celkový obestavěný prostor:  $911 \text{ m}^3$
- zastavěná plocha:  $160,3 \text{ m}^2$
- užitná plocha:  $232,37 \text{ m}^2$

# 3 TECHNICKÁ ZPRÁVA STAVEBNÍ ČÁSTI

## 3.1 Zemní práce

Pro vytvoření stavební plochy se provede sejmutí ornice v tloušťce 30 cm, která se bude postupně umisťovat na skládku ornice. Skládka bude umístěna na JZ straně pozemku a zůstane součástí zahrady.

### 3.2 Založení rodinného domu

Dům bude založen na železobetonových pásech C20/25, které jsou umístěny pod obvodovými nosnými zdmi a pod vnitřními nosnými zdmi. Základ je umístěn také pod komínovým tělesem a pod prvním stupněm schodiště. Veškeré základy leží na únosné hlinité zemině a hloubka základové spáry je jednotná 1m pod úrovní terénu (-1,160 m). Základ pod schodištěm je pouze do hloubky -0,600 m. Šířka základových pásů je různá, viz projektová dokumentace ST/4.

Vylití betonu pro základové pásy se provede přímo do rýh. Je třeba dbát na to, aby nebylo na základové spáře bahno a kaluže vody. Případné převýšení pásů nad terén bude řešeno pomocí bednění.

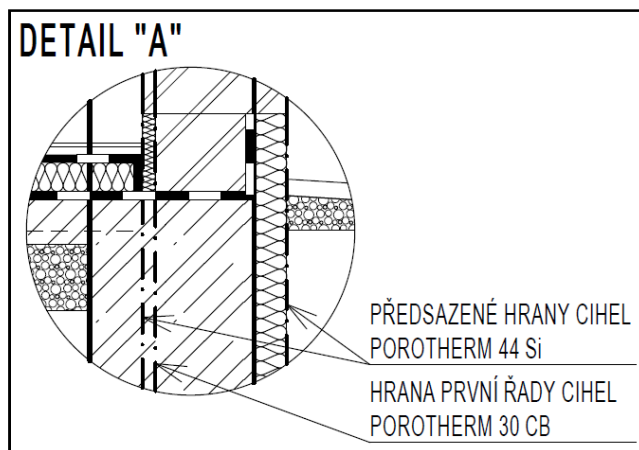
Podkladní beton provedeme na vrstvu zhutněného štěrkopískového podsypu tl. 200 mm. Poté se provede vylití podkladního betonu C20/25, který je vyztužen kari sítí 8/100/100 mm. Podkladní beton se dorovná k hornímu líci základových pásů tak, že výsledná tloušťka bude činit 150 mm.

Na vytvořený podkladní beton a pásy položíme ve dvou vrstvách hydroizolační pásy GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL. Jedná se o SBS modifikovaný asfalt s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny. Izolace plní funkci proti zemní vlhkosti, gravitační a tlakové vodě. Slouží zároveň jako izolace proti radonu. K podkladnímu betonu se izolace celoplošně přitaví. Izolují se zároveň vnější svislé plochy první řady cihel.

### 3.3 Svislé konstrukce

Pro provedení stavby rodinného domu byl navržen systém z dutinových cihel POROTHERM. Zdí se na maltu POROTHERM. První řada cihel (obr. 3.1) obvodového zdiva má tloušťku 300 mm a z exteriérové strany lícuje se základovým pásem.

Druhá a vyšší řady cihel



obr. 3.1 – detail předsazení cihel

The diagram shows a rectangular slab with a total width of 440 mm and a total depth of 40 mm. The top reinforcement is located at a distance of 220 mm from the top edge. The bottom reinforcement is located at a distance of 100 mm from the bottom edge. The effective depth is  $e = 30 \text{ mm} < \frac{1}{6} b$ . The load distribution is shown as a trapezoidal shape with a maximum value of 150 mm at the center and a minimum value of 100 mm at the edges. The load is labeled  $N_d$ .

- obr. 3.2 – detail předsazení  
cihel*

Jedná se o dělicí konstrukci o tloušťce 80 mm z důvodu lepšího prosvětlení kuchyňského prostoru.

- nosníky POT výšky 175 mm
- vložky MIAKO 15/50 PTH výšky 150 mm

Nad technickou místností okolo schodiště je nevhodný prostor pro provedení stropu POROTHERM, proto zde bude strop monolitický železobetonový z C20/25.

Prostupy ve stropě budou vytvořeny vynecháním vložek MIAKO. Po protažení potřebných rozvodů se otvory dobetonují. Okolo prostupů je nutno vytvořit bednění. V projektu rodinného domu jsou navrženy prostupy pro odpadní potrubí kanalizace, pro odpadní potrubí dešťové kanalizace, pro komínové těleso SCHIEDEL a pro stoupací potrubí otopné soustavy. Další potřebné prostupy mohou být realizovány opět vynecháním stropní vložky a potřebnou dobetonávkou.

Ztužení rodinného domu v místě stropu bude provedeno pomocí železobetonového věnce, který se zmonolitní současně při betonáži stropu. Systémový věnec POROTHERM je opatřen pěnovým polystyrénem EPS tl. 90 mm a věncovkou VT 8.

### **3.5 Vodorovné konstrukce – podlahy**

V rodinném domě se nachází několik druhů podlah a to s keramickou dlažbou, s plovoucí podlahou s vlasy a podlaha s cementovým potěrem viz *projektová dokumentace ST/1 a ST/2*. Na stropní konstrukci se položí izolace ROCKWOOL STEPROCK ND, která plní funkci zvukově izolační. Od betonové mazaniny bude izolace oddělena pásy pískované lepenky A 400 H. Posledními vrstvami budou lepící a nášlapná vrstva. V betonové mazanině, cementovém potěru a dlažbě je zapotřebí provést dilatační spáry o tloušťce 8 mm pomocí dilatačních profilů. Dilatační úsek je navržen na čtverce 4 x 4 m. Všechny vrstvy podlahy budou po obvodu dilatačně odděleny, aby se snížil přenos hluku vlivem kročejové neprůzvučnosti.

Druhy navržených podlah:

- keramická dlažba - *dlažba RAKO GALLILEO 33,3x33,3x0,8 cm + sokl; protiskluznost R10 (B);*
- plovoucí podlaha s vlasy – vlasy *LAMPARQUET bez pera a drážky; vzor propletení*
- cementový potěr – *vyhlazený potěr CEMIX*

### 3.6 Schodiště

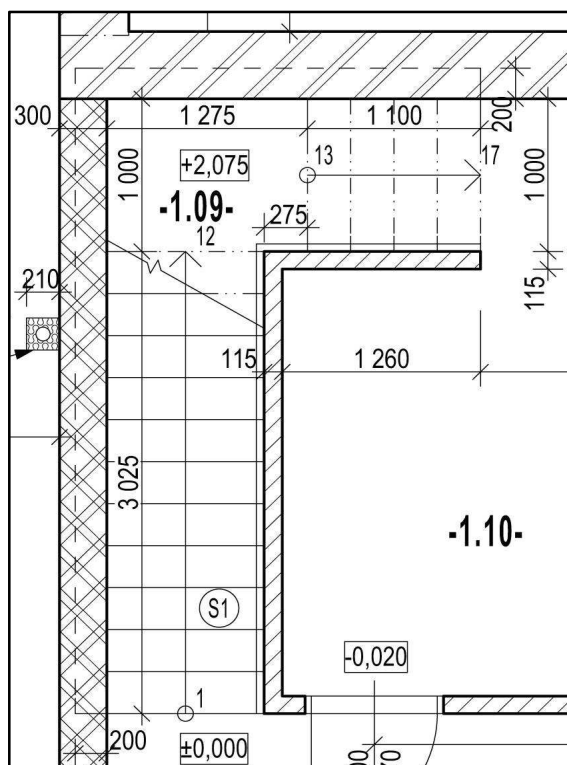
V rodinném domě se nachází jedno schodiště, které propojuje 1NP s 2NP. Schodiště je navrženo jako monolitické železobetonové, zalomené, pravotočivé, s jednou mezipodestou, viz obr. 3.3 a 3.4. Schodiště je uložené na základu, na vnitřní nosné zdi a na obvodovém zdivu. Uložení činí 200 mm. Počet stupňů je 17. Šířka schodiště je 1000 mm a výška stupně je 172,9 mm. Povrchová úprava schodiště je z dubového dřeva opatřeného lakem. Schodišťové zábradlí sahá do výšky 1000 mm nad schodišťovým prostorem a materiálová specifikace bude upřesněna investorem v průběhu výstavby. Madlo bude umístěno na zdi pouze na pravé straně a bude z dubového dřeva. Madlo bude pomocí vrtů připevněno k pásové oceli, která bude rovněž připevněna pomocí vrtů ke zdivu.

#### Výpočet schodiště

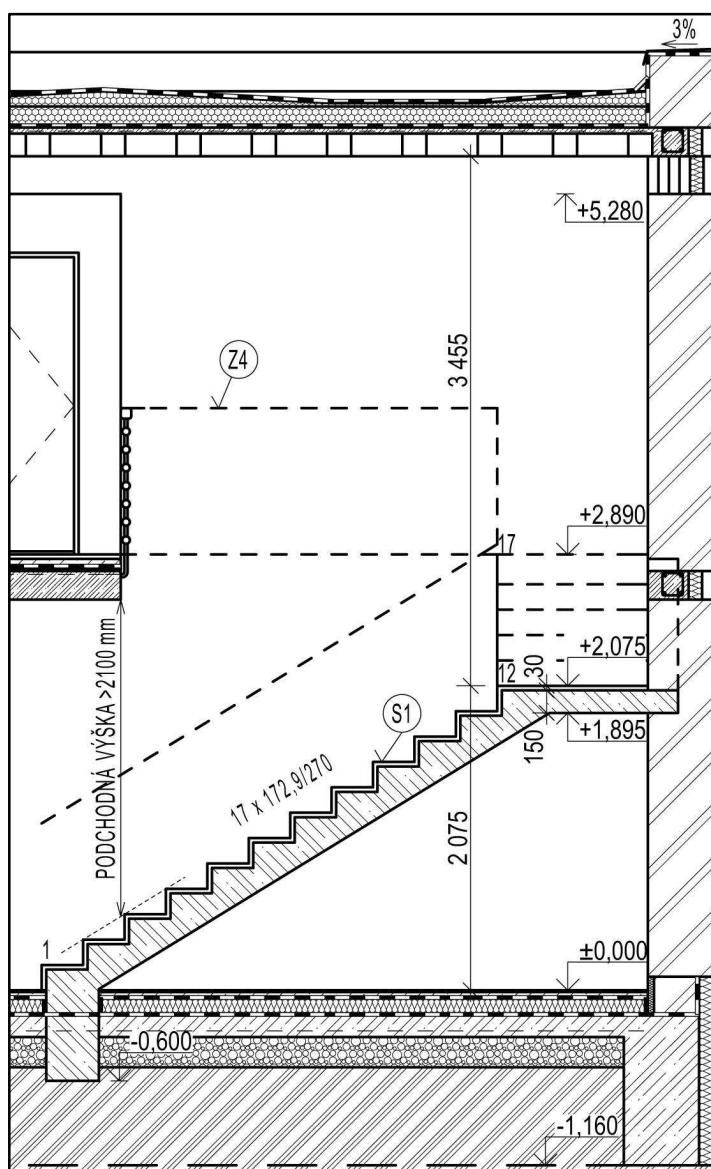
- konstrukční výška  $k_v=2940$  mm
- předpokládaná výška stupně  $h_p=170$  mm
- počet stupňů  $k_v/h_p = 2940/170=17,3$
- počet stupňů vstupujících do výpočtu  $n=17$
- skutečná výška stupně  $h=k_v/n=2940/17=172,9$  mm
- šířka schodišťového stupně  $b=630-2 \cdot h=630-2 \cdot 172,9=284,2$  mm

(z důvodu dispozičního řešení je šířka schod. stupně  $b=270$  mm)

- sklon schodišťového ramene  $\alpha=\text{tg}(h/b)=\text{tg}(172,9/270)\Rightarrow \alpha=32,6^\circ$
- podchodná výška  $p_v=1500+750/\cos(\alpha)=2390$  mm
- $p_v > p_{\min}$   $2390 \text{ mm} > 2100 \text{ mm} \rightarrow$  podchodná výška vyhovuje



obr. 3.3 – půdorys  
schodišťového prostoru



obr. 3.4 – řez  
schodišťovým prostorem



### 3.7 Střešní konstrukce

Rodinný dům je završen plochou střechou. Jde o jednoplášťovou střechu s klasickým pořadím vrstev a s pojistnou (parotěsnou) izolací. Skladba střechy je popsána v příloze *TABULKA SKLADEB KONSTRUKCÍ*. Nosnou konstrukci tvoří keramobetonový strop POROTHERM, viz kapitola 3.4. Odvodnění ploché střechy je navrženo podle [6] do dvou vpustí TOPWET DN 100 s lemem pro připojení k hydroizolaci.

Garáž je završena střechou pultovou. Jde opět o jednoplášťovou střechu s klasickým pořadím vrstev a s pojistnou (parotěsnou) hydroizolací. Dešťová voda bude svedena ve spádu 8 % do okapového žlabu o  $\varnothing$  110 mm (spád 1 %) a následně do svislého odpadního potrubí. Napojení pultové střechy na obvodovou zeď obytné části bude provedeno pomocí náběhového klínu FOAMGLAS. Napojení bude nakonec chráněno oplechováním.

Na vybetonovaný strop se nanese asfaltová penetrační emulze, na kterou přijde bodově natavený asfaltový pás GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL s nosnou vložkou. Tato vrstva tvoří zároveň funkci parotěsnou a pojistnou hydroizolační. Následně se položí tepelně izolační (TI) spádové desky EPS 100S + rovné TI desky tl. 150 mm. Dále se položí polypropylenová textilie FILTEK 300 g/m<sup>2</sup>, která plní funkci separační z důvodu nesnášenlivosti dvou funkčně odlišných vrstev. Poslední vrstvu – hydroizolační – tvoří hydroizolační fólie z PVC-P ALKORPLAN 35176 (s PES vložkou), která se kotví mechanicky a je odolná vůči UV záření.

Vnitřní dešťová kanalizace je tepelně izolována a jsou navrženy trubky WAVIN AS, které jsou z minerálně zesíleného PP. Jedná se o trubky zlepšující odhlučnění vnitřní kanalizace. V interiéru rodinného domu je kanalizace zakryta sádkartonovou stěnou. Vpust' do kanalizace je opatřena ochranným košem.

Vyspádování ploché střechy bude provedeno tak, aby byla tloušťka tepelné izolace u atiky ve stejné výšce → na střeše budou nejednotné spády, přičemž budou zachovány minimální spády a to 1,75 %. Ukončení tepelné izolace je provedeno s náběhovým klínem FOAMGLAS.

Provedení atiky bude na 2 řady cihel. Až po horní plochu bude přetažena hydroizolací a zakončena oplechováním ze zinkového plechu RHEINZINK tl. 0,8 mm.

Prostupy komína a odvětrání kanalizace budou oplechovány ze zinkového plechu RHEINZINK.

Výlez na střechu je možný po střešním žebříku LINDAB š. 450 mm. Přístup je z jižní strany. Žebřík bude začínat ve výšce 1200 mm nad terénem.

### **3.8 Okenní otvory**

Okenní otvory jsou navrženy do obvodového zdiva. Výška parapetu je dána v projektové dokumentaci *ST/1 a ST/2*. Překlady nad okenními otvory jsou opatřeny tepelnou izolací z EPS tl. 90 mm. Jedná se o POROTHERM PŘEKLAD 7. Uložení a počet překladů je uveden v projektové dokumentaci *ST/1 a ST/2*. Okna budou opatřena parapety RHEINZINK tl. 0,6 mm.

### **3.9 Dveřní otvory**

Dveřní otvory v obvodové nosné zdi jsou završeny překlady POROTHERM PŘEKLAD 7 s tepelnou izolací z EPS tl. 90 mm. Dveřní otvory ve vnitřním nosném zdivu jsou navrženy bez tepelné izolace s překlady POROTHERM PŘEKLAD 7. Dveřní otvory v příčce nebudou završeny překlady, pouze se použijí 2 ocelové pruty s přesahem 500 mm.

V rodinném domě jsou použity zárubně dřevěné rámové a ocelové, viz projektová dokumentace *ST/1 a ST/2*. Ocelová zárubeň je použita mezi rodinným domem a garáží a při vstupu do technické místnosti, a to z požárně bezpečnostních důvodů. Dřevěná zárubeň je umístěna v ostatních místnostech. Všechny dveře budou opatřeny dřevěným prahem. Vstupní dveře budou opatřeny bezpečnostním kováním.

### **3.10 Komín**

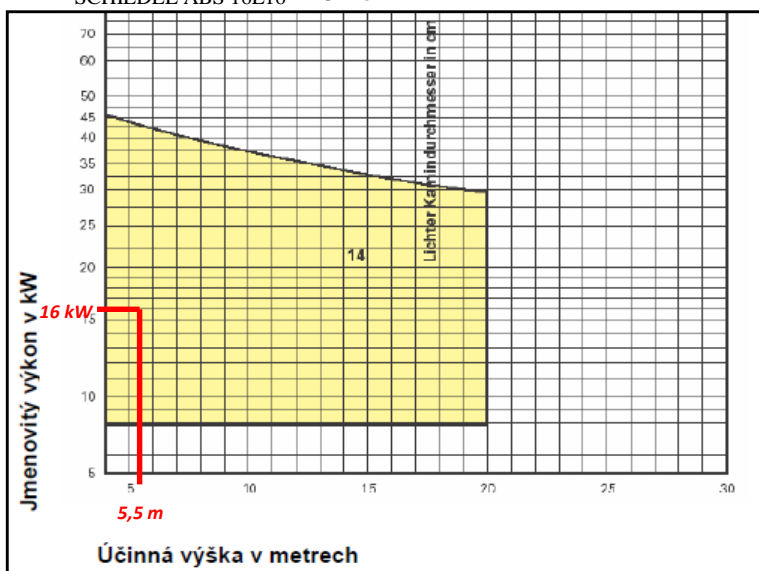
Do rodinného domu je navrženo komínové těleso SCHIEDEL ABS 16L16 (360x830 mm) se světlým rozměrem obou průduchů 160 mm a s víceúčelovou šachtou 130x200 mm.

Spaliny vstupující do komína jsou kvůli kondenzaci mokré a pod tlakem, proto je nutné mít vyvložkování komínu z odolného materiálu.

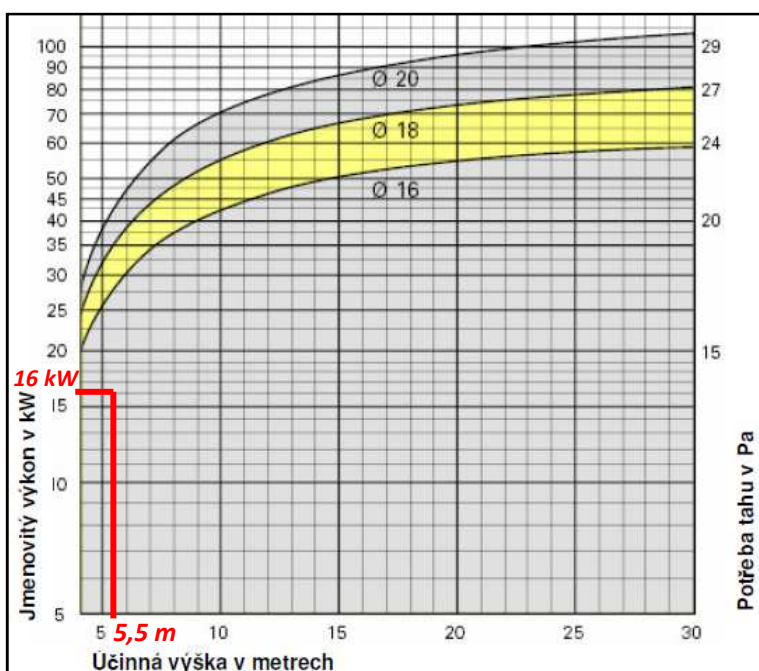
Prostup komínu plochou střechou je opatřen oplechováním z pozinkovaného plechu RHEINZINK.

**Návrh komínu** obr. 3.5 a 3.6 (přibližný výpočet minimálního průřezu průduchu):

- jmenovitý výkon kotle  $Q=16 \text{ kW}$
- účinná výška komínu  $h=5,5 \text{ m}$
- $A_{\min}=0,015 \cdot Q/\sqrt{h}=0,015 \cdot 16000/\sqrt{5,5}=102,34 \text{ cm}^2$
- $A_{\text{SCHIEDEL ABS 16L16}}=201 \text{ cm}^2$



obr. 3.5 - diagram pro stanovení minimálního průřezu průduchu (pro kondenzační kotle s teplotou spalin od  $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )



obr. 3.6 - diagram pro stanovení minimálního průřezu průduchu (pro kotle na uhlí s teplotou spalin od  $240 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )

### 3.11 Předsazené konstrukce

Nad vstupem do rodinného domu je navržena vchodová stříška LIGHTLINE 1500x950 mm. Je vyrobena z plexiskla tl. 4 mm. Nosná konstrukce je z nerezové oceli a je opatřena hliníkovým okapem s odtokem.

### 3.12 Izolace proti hluku

V rodinném domě se nepředpokládá nadměrný hluk či hluk od sousedů, proto nejsou navrhovány speciální opatření k zamezení šíření hluku. Konstrukce tedy nejsou opatřeny speciálními akusticky izolačními prvky. Určité akustické vlastnosti však zdící systém POROTHERM má.

Hodnoty vážených laboratorních neprůzvučností  $R_w$  [dB]:

- POROTHERM 44 Si      50 dB
- POROTHERM 30 CB      48 dB
- POROTHERM 11,5 CB   44 dB
- POROTHERM STROP    54 dB a  $L'_{n,w}=58$  dB

### 3.13 Izolace proti vodě a vlhkosti

- *hydroizolace základů* – ve dvou vrstvách budou použity hydroizolační pásy GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL. Jedná se o SBS modifikovaný asfalt s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny.
- *hydroizolace v podlaze* – A400H – pískovaná lepenka
- *hydroizolace ve střešní konstrukci* – asfaltový pás GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL – funkce parotěsné a pojistné izolace; fólie z PVC-P ALKORPLAN 35176 (s PES vložkou) – funkce hydroizolační

### 3.14 Tepelná izolace

Obvodový plášť rodinného domu nebude zateplován. Obvodové zdivo vyhovuje současným požadavkům ČSN 73 0540 [2]. Tepelná izolace se vyskytuje na exteriérovém líci základových pásů, v překladech nad okny a dveřmi v obvodovém zdivu, v železobetonovém věnci, ve skladbě podlahy a na ploché střeše.

Druhy tepelných izolací:

- *EPS 100S polystyrén* –  $\lambda=0,037 \text{ W/mK}$  – podlaha na terénu, ŽB věnec, překlady, plochá střecha
- *XPS polystyrén FASMATE* –  $\lambda=0,037 \text{ W/mK}$  – základové pásy
- *polotuhá deska STEPROCK ND z kamenné vlny* –  $\lambda=0,037 \text{ W/mK}$  - podlahy

### 3.15 Zámečnické výrobky

- Ocelové zárubně

V rodinném domě jsou navrženy kromě dřevěných rámových zárubní i zárubně ocelové, které jsou navrženy z požárně bezpeč. hlediska do garáže a technické místnosti, viz *projektová dokumentace ST/1 a ST/2*.

- Střešní žebřík

LINDAB – ocelový pozinkovaný žebřík

### 3.16 Tesařské výrobky

- *OKNA* - pro osazení jsou navržena EUROOKNA LUXUS IV 68 s izolačním dvojsklem 4-16-4. Jedná se o okna s vysokými nároky na tepelně izolační vlastnosti. Součinitel prostupu tepla  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Okna budou v barvě RAL 3011 (červenohnědá barva). Rozměry oken jsou uvedeny v *ST/1 a ST/2*. Vnitřní parapety jsou z dřevotřísky a jsou opatřeny barvou RAL 3011 (červenohnědá).

- *DVEŘE* - pro osazení jsou navrženy dveře:

LOPRAIS LINZ (vstupní dveře) -  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

SAPELI PRAKTIK NORA (vnitřní dveře) -  $U=2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

prosklené posuvné dveře NORA (kuchyň) -  $U=2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

SAPELI NORA dvoukřídlé (do zahrady) -  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

sekční garážová vrata LOMAX -  $U=1,22 \text{ W/m}^2\text{K}$

vchodové ocelové pozinkované dveře (z garáže) -  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

vnitřní ocelové dveře pozinkované (technická místnost) -  $U=2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

- *ZÁRUBNĚ* – dřevěné rámové zárubně SAPELI
- *MADLO* – z dubového dřeva

### 3.17 Klempířské výrobky

Pro oplechování atiky, komínu, střechy garáže a vnějších parapetů jsou navrženy pozinkované plechy RHEINZINK. Jednotlivé tloušťky plechů jsou uvedeny v *kapitolách 3.7. a 3.8.*

### 3.18 Úprava vnějších povrchů

Na obvodové zdivo POROTHERM přijde cementový postřík, tepelně izolační omítka POROTHERM TO tl. 30 mm a omítka POROTHERM UNIVERSAL tl. 5 mm. Barevné zakončení bude provedeno tenkovrstvou probarvenou silikátovou omítkou BAUMIT (bílá barva).

- *SOKL* - vodoodpudivý marmolit WEBER TERRANOVA; zrnitost 1,5 mm

### 3.19 Úprava vnitřních povrchů

Interiérové zdivo bude opatřeno omítkou POROTHERM UNIVERSAL tl. 10 mm. Konečný nátěr bude disperzní nátěr BAUMIT (bílá barva).

### 3.20 Terénní úpravy

Pozemek bude po dokončení stavby zatravněn. Bude použita ornice, která byla sejmuta před zřizováním rýh pro základy.

Nájezd do garáže bude také řešen terénní úpravou v kombinaci s dlažbou.

### 3.21 Vliv techn. řešení stavby a jejího provozu na krajinu, zdraví a životní prostředí

Stavba je situována ve volném terénu na ploše, která byla vyňata ze ZPF. Během výstavby dojde ke krátkodobému negativnímu ovlivnění okolí stavby. To však bude eliminováno čištěním stavebních strojů a stávající místní komunikace před výjezdem ze staveniště. Bude se bránit úkapům provozních kapalin a nebude ponecháváno zapnutých strojů po dobu delší, než bude nezbytně nutné [3].

### 3.22 Vliv stavby a jejího užívání na životní prostředí

Rodinný dům je navržen z moderního keramického stavebního systému POROTHERM, jehož stavební díly zaručují při správné manipulaci snížení tepelných ztrát a eliminaci tepelných mostů. Jednotlivé prvky jsou vyrobeny ekologickým postupem a lze je bezproblémově recyklovat bez škodlivého zásahu do životního prostředí [3].

## 4 TECHNICKÁ ZPRÁVA VYTÁPĚNÍ

### 4.1 Úvod

Rodinný dům bude vytápěn pomocí deskových radiátorů. Energie pro vytápění bude čerpaná ze zemního plynu kondenzačním kotlem. Rozvody k jednotlivým tělesům budou vedeny v podlaze. Nevytápěná místnost bude pouze garáž.

### 4.2 Geometrie budovy

Rodinný dům zaujímá zastavěnou plochu  $160,3 \text{ m}^2$  a obestavěný prostor vytápěných částí budovy je  $779,4 \text{ m}^3$ .

### 4.3 Klimatické poměry

Klimatické poměry vychází z oblasti, pro kterou je rodinný dům navrhován. Jedná se o Ostravu s výpočtovou teplotou pro zimní období  $-15 \text{ }^{\circ}\text{C}$  [5]. Roční průměrná teplota venkovního vzduchu činí  $8,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Rodinný dům se nachází v krajině, která je větrem zatížena normálně, poloha budovy je nechráněná a osamělá.

Vnitřní návrhové teploty [5] pro jednotlivé místnosti:

- $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ :      *garáž*
- $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ :      *zádveří, předsíň (1NP a 2NP), schodiště, technická místnost, sklad potravin*
- $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ :      *záchod (1NP a 2NP), nářad'ovna, obývací pokoj, kuchyň, ložnice, pokoj č. 1 a 2*
- $24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ :      *koupelna (1NP a 2NP)*

Tepelně technické parametry navržených skladeb (tab. 4.1). Vrstvy jednotlivých skladeb konstrukcí vychází z běžně dostupného sortimentu na našem trhu. Konstrukce jsou navrženy tak, aby vyhovovaly požadovaným součinitelům prostupu tepla  $U \text{ [W/m}^2\text{.K]}$  [2]. Průměrný součinitel prostupu tepla budovy je  $0,33 \text{ W/m}^2\text{.K}$ , viz vyhodnocení výsledků posouzení podle ČSN 730540-2 (2007).

**TAB. 4.1 TABULKA PARAMETRŮ SKLADEB**

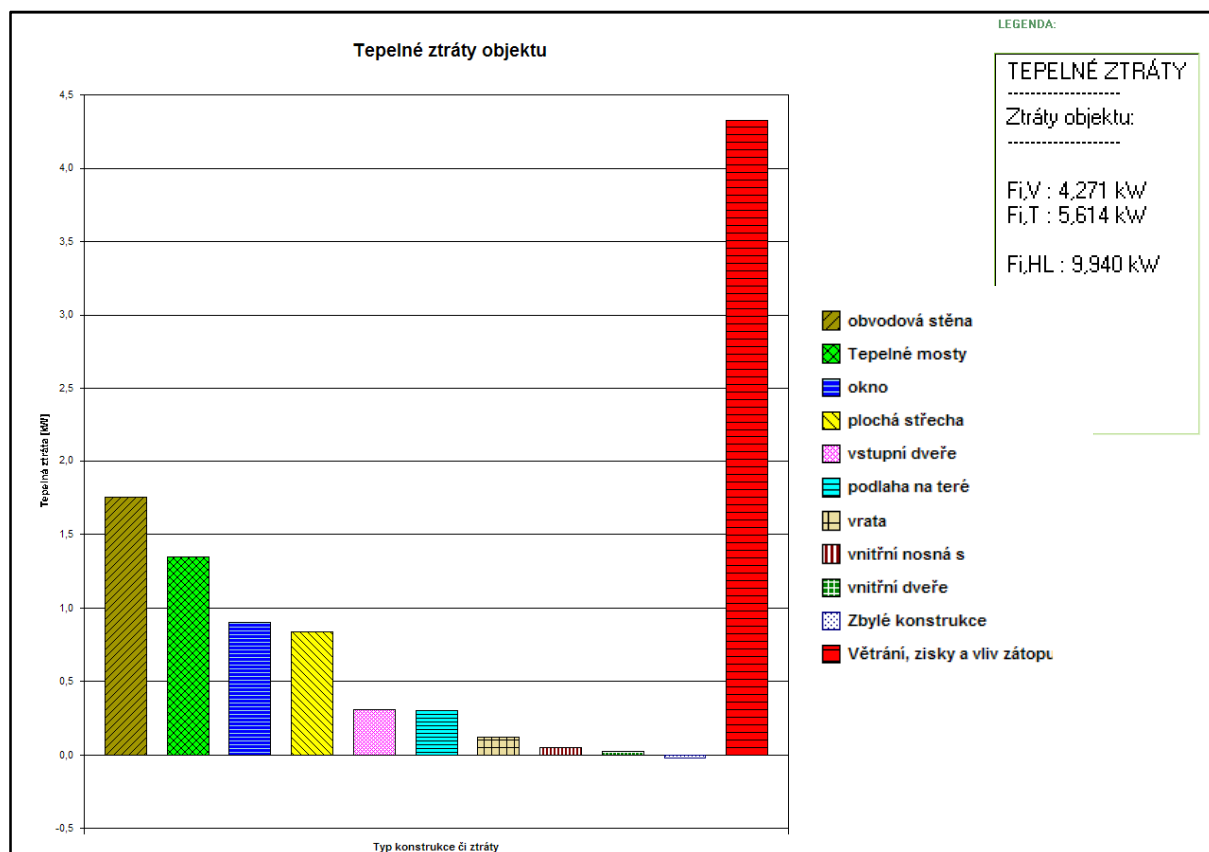
NÁZEV SKLADBY	JEDNOTLIVÉ VRSTVY	TLOUŠŤKA [mm]	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA U [W/m <sup>2</sup> .K]	POŽADOVANÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA U [W/m <sup>2</sup> .K]
PLOCHÁ STŘECHA	STŘEŠNÍ HYDROIZOLAČNÍ FOLIE Z PVC-P ALKORPLAN 35176	1,5	0,23	0,24
	POLYPROPYLEN. TEXTILIE FILTEK 300g/m <sup>2</sup>	2,2		
	TEPEL. IZOL. DESKY EPS 100S - SPÁDOVÉ DESKY + ROVNÉ DESKY TL. 150 mm	150		
	PÁS Z SBS MODIFIK. ASFALTU S NOSNOU VLOŽKOU - GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL; VLOŽKA Z PES TKANINY; BODOVĚ NATAVENÝ ASFALT. PENETRAČNÍ EMULZE - DEKPRIMER	4		
	POROTHERM STROP TL. 190 mm S OCELOVOU SÍTÍ 8/100/100	190		
STROP S PODLAHOU	KERAMICKÁ DLAŽBA RAKO	8	1,04	2,2
	CEMENTOVÁ MALTA	20		
	BETONOVÁ MAZANINA	60		
	LEPENKA A400H	2		
	IZOLACE ROCKWOOL STEPROCK ND	20		
	POROTHERM STROP TL. 190 mm S OCELOVOU SÍTÍ 8/100/100	190		
PODLAHA NA TERÉNU	VLYSY	19	0,36	0,38 do 1m 0,60 nad 1 m
	LEPIDLO NA PARKETY 69A			
	CEMENTOVÝ POTĚR	30		
	LEPENKA A400H	2		
	PĚNOVÝ POLYSTYRÉN EPS 100S	100		
	2xGLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	8		
	PODKLADNÍ BETON	150		
	ZHUTNĚNÝ ŠTĚRKOPÍSKOVÝ PODSYP	200		
	ROSTLÝ TERÉN			
OBVODOVÁ ZEĎ	POROTHERM UNIVERSAL	5	0,25	0,38
	POROTHERM TO	30		
	ZDIVO POROTHERM	440		
	POROTHERM UNIVERSAL	10		
VNITŘNÍ NOSNÁ ZEĎ	POROTHERM UNIVERSAL	10	0,53	2,70
	ZDIVO POROTHERM	300		
	POROTHERM UNIVERSAL	10		



PŘÍČKA	POROTHERM UNIVERSAL	10	1,85	2,70
	ZDIVO POROTHERM	300		
	POROTHERM UNIVERSAL	10		
DVEŘE VSTUPNÍ	VSTUPNÍ DVEŘE LOPRAIS - LINZ		1,1	1,7
DVEŘE VNITŘNÍ	DVEŘE SAPELI PRAKTIK - NORA		2,5	3,5
OKNO	EUROOKNO LUXUS IV 68; IZOLAČNÍ DVOJSKLO 4-16-4 PLANITHERM ULTRA		1,1	1,7
GARÁŽOVÁ VRATA	SEKČNÍ GARÁŽOVÁ VRATA LOMAX		1,22	3,5

#### 4.4 Tepelné ztráty

Jedná se o rodinný dům s celkovými tepelnými ztrátami 9,94 kW [4]. Největší podíl na nich mají ztráty vlivem větrání a požadované výměny vzduchu (obr. 4.1). Procentuálně vyjádřeno je to 42,9 % z celkového množství tepelných ztrát. Jedinou možností snížení ztrát vlivem větrání by bylo zavedení rekuperace vzduchu.



obr. 4.1 – znázornění tepelných ztrát pomocí Ztráty 2008 [4]

#### 4.5 Potřeba tepla na vytápění

Potřeba tepla vychází z množství tepla, které ztratíme prostupem tepla přes konstrukce a při výměně vzduchu.

- **POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ - ZEMNÍ PLYN** (Denostupňová metoda v úpravě dle Ing. D. Ptákové, VVI 1998)

##### **Rekapitulace vstupních dat:**

Celková tepelná ztráta budovy:	9,94 kW
Délka otopného období ve dnech:	219
Návrhová vnitřní teplota:	20,0 C
Prům. vnitřní teplota během otop. období:	18,0 C
Návrhová venkovní teplota:	-15,0 C
Prům. vnější teplota během otop. období:	3,6 C
Součinitel vlivu nesoučasnosti:	0,75
Součinitel vlivu režimu vytápění:	0,84
Součinitel vlivu zvýšení vnitřní teploty:	1,0
Typ vytápěcího zařízení:	otopná tělesa, ak.topidla s nuceným výdejem tepla
Regulační zařízení:	ruční regulace
Účinnost topného zdroje:	0,83
Účinnost rozvodů:	0,95
Typ paliva:	zemní plyn karbonský (31,38 MJ/m <sup>3</sup> )

##### **Výsledky výpočtu:**

Roční spotřeba tepla na vytápění:	14895,99 kWh
Roční spotřeba paliva:	2167,0 m <sup>3</sup>

- **POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ - KOKS** (Denostupňová metoda v úpravě dle Ing. D. Ptákové, VVI 1998)

##### **Rekapitulace vstupních dat:**

Celková tepelná ztráta budovy:	9,94 kW
Délka otopného období ve dnech:	219
Návrhová vnitřní teplota:	20,0 C
Prům. vnitřní teplota během otop. období:	18,0 C
Návrhová venkovní teplota:	-15,0 C
Prům. vnější teplota během otop. období:	3,6 C
Součinitel vlivu nesoučasnosti:	0,75

Součinitel vlivu režimu vytápění:	0,84
Součinitel vlivu zvýšení vnitřní teploty:	1,0
Typ vytápěcího zařízení:	otopná tělesa, ak.topidla s nuceným výdejem tepla
Regulační zařízení:	ruční regulace
Účinnost topného zdroje:	0,73
Účinnost rozvodů:	0,95
Typ paliva:	koks metalurg. hrubý (27,30 MJ/kg)

**Výsledky výpočtu:**

Roční spotřeba tepla na vytápění:	14895,99 kWh
Roční spotřeba paliva:	2832,0 kg

#### **4.6 Zdroj tepla**

Pro rodinný dům je navržen kondenzační kotel o výkonu 3,5 – 16 kW. Jde o kotel VIADRUS CLAUDIE K1. Účinnost při nízkoteplotním spádu 55/45 °C je až 102 % vzhledem k výhřevnosti zemního plynu. Výměník kondenzačního kotle je složen ze dvou článků ze slitiny AlSi (silumin). Teplota spalin se pohybuje od 30 °C do 70 °C.

Součástí kotle jsou expanzní nádoba, pojistný ventil a čerpadlo, viz jednotlivé kapitoly.

Odvod kondenzátu je uskutečňován pomocí zabudovaného sifonu, na který je nutno připojit přepad do kanalizace. V rodinném domě bude kondenzát odváděn do umyvadla v technické místnosti. Kondenzát má hodnotu pH 4,5, a je tedy možné vypouštět jej přímo do kanalizace bez předchozí neutralizace.

#### **4.7 Umístění zdroje tepla**

Kondenzační kotel bude umístěn v technické místnosti v 1NP. Jedná se o kotel nástěnný, bude umístěn na nosné obvodové zdi. Místnost bude opatřena ocelovými pozinkovanými dveřmi na ocelové zárubni a dveře se budou otvírat směrem ven z místnosti. Technická místnost je opatřena oknem.

#### **4.8 Přívod vzduchu a odvod spalin**

Kotel VIADRUS CLAUDIE K1 je podle způsobu odvádění spalin a přivádění spalovacího vzduchu v provedení C, tzn. uzavřený spotřebič, který

odebírání spalovací vzduch z venkovního prostoru, a od kterého se spaliny odvádí do venkovního prostoru (komínem).

Spalovací prostor a spalinové cesty spotřebiče jsou plynotěsně odděleny od prostoru, v němž je spotřebič umístěn.

Pro odkouření kondenzačního kotle je nutno použít pouze potrubí určeného pro kondenzační kotle s tloušťkou stěny 1,5 mm. Nutnost dodržet 3° sklonu do kotle. Tlaková ztráta pro odkouření nesmí přesáhnout 150 Pa.

Vývod spalin musí odpovídat platným předpisům (TPG 800 01) [7].

#### **4.9 Připojení na plyn**

Před napojením plynovodu na kotel musí být plynovod odzkoušen a zrevidován. Po napojení na kotel se musí znovu všechny plynové spoje odzkoušet detektorem plynu. Vstupní tlak zemního plynu je 20 mbar.

#### **4.10 Napouštění vody**

Voda pro naplnění kotle a otopné soustavy musí být čirá a bezbarvá, bez suspendovaných látek, oleje a chemicky agresivních látek.

Před naplněním vytápěcího systému vodou je zapotřebí tento systém řádně vyčistit tj. provést min. dvojnásobně naplnění systému čistou vodou s jejím následným vypuštěním. Do systému vytápění se nesmí přidávat žádné chemikálie, které nejsou pro tyto účely schváleny výrobcem kotlů.

Během topného období je nutno udržovat stálý objem topné vody v otopném systému a dbát na to, aby otopná soustava byla odvzdušňována. Voda z kotle a otopného systému se nesmí nikdy vypouštět nebo odebírat k použití, kromě případů nezbytně nutných jako jsou opravy apod. Vypouštěním topné vody a napouštěním nové se zvyšuje nebezpečí koroze a tvorby vodního kamene. Je-li třeba doplnit vodu do otopného systému, doplňujeme ji pouze do vychladlého kotle, aby nedošlo k prasknutí článků [8].

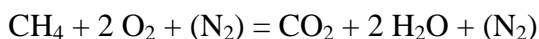
#### **4.11 Popis kondenzace**

Kotel je na kondenzaci vodní páry založen záměrně, neboť využití kondenzačního tepla snižuje spotřebu zemního plynu. Při ochlazování spalin pod teplotu rosného bodu (57 °C), bez přebytku vzduchu, dochází ke kondenzaci

vodní páry. Hmotnostní podíl vodní páry ve spalínách zemního plynu je téměř 12 % a teplo, které lze získat při úplné kondenzaci, činí až 11 % z tepla spalného. V kondenzačním kotli dochází ke kondenzaci na teplosměnných plochách a uvolňuje se latentní teplo, obsažené v plynu ve formě tepla skupenského (vypařovacího). Při takovémto ochlazování spalín dochází ke snížení tahu v komínu, a proto je nutné mít v kotli vzduchový nebo spalínový ventilátor. Komínová konstrukce musí odolávat vlhkým spalínám a také vytvořenému přetlaku, proto je navržen komín SCHIEDEL ABS 16L16.

#### 4.12 Spalování zemního plynu

Zemní plyn dodávaný v ČR sítí Transgas obsahuje 98,4 % metanu  $\text{CH}_4$ . Spalování probíhá podle tohoto stechiometrického vztahu:



$$1 \text{ m}^3 + 2 \text{ m}^3 = 1 \text{ m}^3 + 2 \text{ m}^3 - \text{zákon zachování hmotnosti}$$

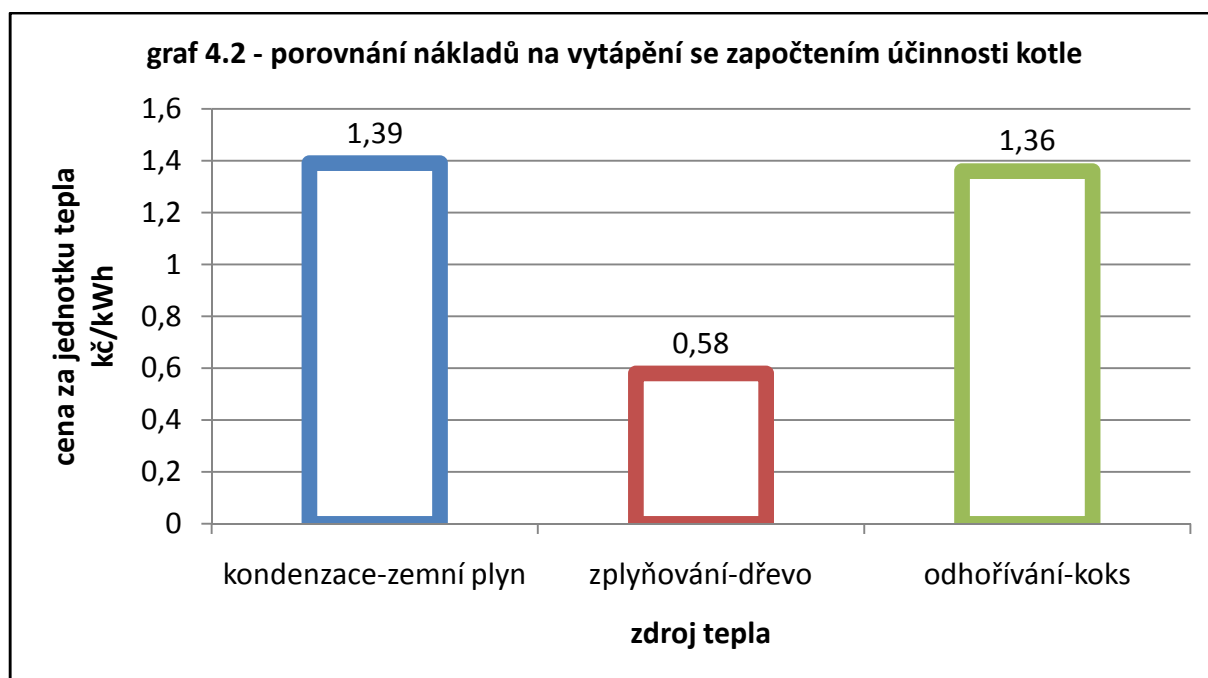
Pro spálení  $1 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$  jsou zapotřebí  $2 \text{ m}^3$  kyslíku  $\text{O}_2$ . Spálením vznikne  $1 \text{ m}^3$  oxidu uhličitého  $\text{CO}_2$  a  $2 \text{ m}^3$  vlhkosti ve formě vodní páry  $\text{H}_2\text{O}$ . Protože kyslík pro spalování je do kotlů dodáván jako součást vzduchu, musíme do bilance započítat i další složku vzduchu, kterou tvoří dusík  $\text{N}_2$ . Kyslíku je ve vzduchu přibližně 21 %, dusíku 78 % celkového objemu. Na  $2 \text{ m}^3$  kyslíku  $\text{O}_2$  připadá přibližně  $8 \text{ m}^3 \text{ N}_2$ .

#### 4.13 Porovnání nákladů na vytápění

Pro rodinný dům porovnávám náklady na vytápění při zapojení tří druhů kotlů. Jedná se o:

- kondenzační kotel **VIADRUS CLAUDIE K1** účinnost 102 %
- zplyňovací kotel **ATMOS DC 18 S** účinnost 81 %
- klasický odhořívací kotel **DAKON DOR** účinnost 72 %

Ceny energií za  $1 \text{ kWh}$  se liší podle výhřevnosti paliva. S rostoucí výhřevností roste také cena za jednotku tepla. Pro porovnání, s uvažováním účinnosti kotle, je vytvořen graf (graf 4.2), který nám ukazuje, jaké palivo vyjde pro vytápění rodinného domu ve skutečnosti nejehospodárněji.



#### 4.14 Dodávka dřeva pro alternativní kotel odhořívací

Množství dřeva (jedle s vlhkostí 25 %), kterého bude třeba na vytápění na 1 rok, vychází z potřeby tepla na vytápění. Tepelné ztráty činí 9,94 kW → roční potřeba tepla činí 14895,99 kWh = 53,6 GJ. Výhřevnost dřeva je 14,6 MJ/kg. Účinnost zplyňovacího kotle je 81 %. Z výpočtu, podle denostupňové metody D. Ptákové, vyplývá, že bude zapotřebí 4532 kg dřeva (4.1) [15] na spálení pro pokrytí ročních tepelných ztrát.

##### Výpočet množství paliva (dřeva):

$$M = \frac{Q}{H \cdot \eta} \cdot 100 = \frac{53600}{14,6 \cdot 81} \cdot 100 = 4532 \text{ kg} \quad (4.1)$$

kde:

M...	hmotnost paliva (dřeva)	[kg]
Q...	roční potřeba tepla na vytápění	[MJ]
H...	výhřevnost paliva (dřeva)	[MJ/kg]
η...	účinnost	[%]

Dřevo, jehož objemová hmotnost činí 600 kg/m<sup>3</sup> (jedle při vlhkosti 25 %), bude zaujímat při hmotnosti 4532 kg objem 7,55 m<sup>3</sup>. Celou roční potřebu je možno uskladnit v technické místnosti. 4,5 m<sup>3</sup> bude umístěno pod schodištěm a zbylé množství bude umístěno podél přičky (u schodiště) do výšky cca 1,5 m. Dřevo bude do technické místnosti dopravováno přes okno, které má snížený parapet kvůli zásobování dřevem.

#### 4.15 Systém vytápění

Pro rodinný dům je navrženo vytápění teplovodní. Konkrétně nízkoteplotní. Teplovodní soustava je řešena jako uzavřená s nuceným oběhem.

#### 4.16 Způsob rozvodu potrubí

Podle geometrie propojení otopné soustavy s otopnými tělesy se jedná o dvoutrubkový protiproudý rozvod.

#### 4.17 Materiál potrubí

Bude použito měděných trubek SUPERSAN. Jedná se o polotvrdé trubky.

#### 4.18 Návrh dimenzí rozvodů

Výpočet je proveden podle optimálních rychlostí. V místnostech, kde by rychlost vody způsobovala nepříjemný hluk, je navržena rychlost proudění do 0,3 m/s.

Dimenze jednotlivých úseků, viz projektová dokumentace VT/4, vychází z optimálních rychlostí a z hmotnostního průtoku  $M$  (4.2) [12].

$$M = \frac{Q}{1,166 \cdot \Delta t} \text{ [kg/h]} \quad (4.2)$$

kde:

$Q$ ... tepelný tok [W]

$\Delta t$ ... teplotní spád [K]

#### 4.19 Výpočet tlakových ztrát

Tlakové ztráty v potrubí jsou součtem tlakové ztráty třením v úseku potrubí  $\Delta p_{zT}$  (4.3) [12] a tlakovou ztrátou místních odporů  $Z$  (4.4) [12], viz příloha **VÝPOČET TLAKOVÝCH ZTRÁT**.

$$\Delta p_{zT} = R \cdot l \text{ [Pa]} \quad (4.3)$$

kde:

$R$ ... tlakový spád [Pa/m]

$l$ ... délka úseku [m]

$$\Delta p_{zM} = Z = \sum_{j=1}^u \xi_j \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho \text{ [Pa]} \quad (4.4)$$

kde:

$u$ ... počet místních odporů v úseku [-]

$\xi$ ... součinitel místního odporu [-]  
 $w$ ... rychlost proudění [m/s]  
 $\rho$ ... hustota proudící kapaliny (vody) [kg/m<sup>3</sup>]

#### **4.20 Nejnepříznivější okruh z hlediska tlakových ztrát**

Největší tlakové ztráty má v rodinném domě otopné těleso OT 2.04\*A, které se nachází v 2NP v ložnici. Tlaková ztráta činí 14988,8 Pa.

#### **4.21 Teplotní spád**

Je zvolen nízkoteplotní  $T_1/T_2=55/45$  °C.

#### **4.22 Horizontální rozvod**

Podle umístění horizontálního rozvodu vzhledem k otopným tělesům se jedná o soustavu s dolním pravostranným připojením na otopné těleso.

Potrubí bude vedeno v podlaze. Při vstupu do místností bude vedeno pod dveřním otvorem.

#### **4.23 Vertikální rozvod**

Stoupačky budou vedeny viditelně před stěnou. Na patě stoupačky budou osazeny vypouštěcí kulové kohouty GIACOMINY.

#### **4.24 Otopná tělesa**

Jsou navržena desková tělesa KORADO RADIK VK. Připojení těles bude provedeno pomocí HM šroubení DN 15. Součástí otopného tělesa je odvzdušňovací zátka. Regulace topného výkonu bude prováděna pomocí termostatických hlavic HEIMEIER typu DX osazených na termoregulačních ventilech KORADO. Tělesa budou na zeď přichycena pomocí konzol KORADO.

#### **4.25 Hydraulické vyregulování soustavy pomocí TRV**

Z důvodu rozdílných tlakových ztrát před každým otopným tělesem je nutno otopnou soustavu hydraulicky vyregulovat tak, aby byly stejné tlakové ztráty před každým otopným tělesem. Nejnepříznivěji položené otopné těleso má největší tlakovou ztrátu, a tudíž by k danému tělesu nedoteklo potřebné množství topné vody, které se musí přivést pro navrhovaný vytápěcí výkon.



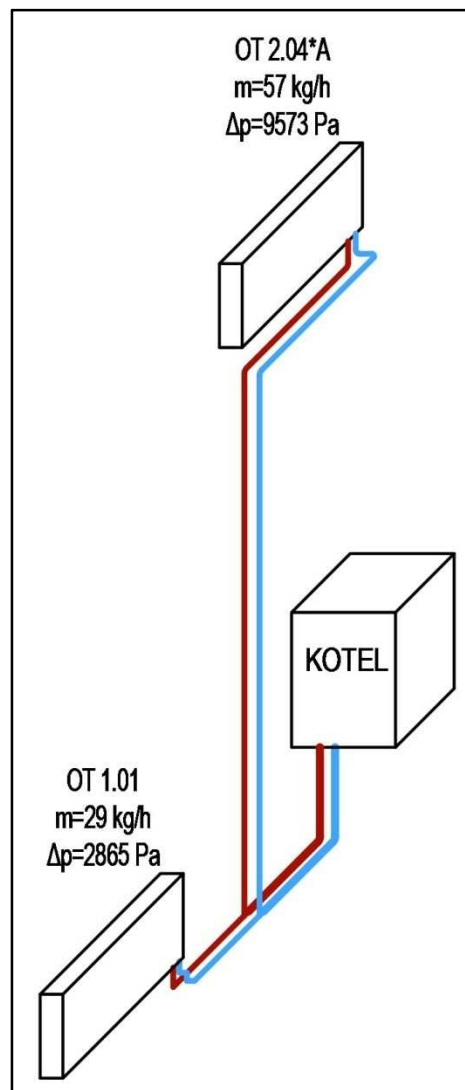
Hydraulické vyregulování se tedy provede dodatečným „vložením“ tlakové ztráty pomocí termoregulačních ventilů TRV.

Na nejnepříznivějším tělese 2.04\*A ( $\Delta p_{2.04*A}=9573 \text{ Pa}$ ) (obr. 4.3) nastavíme TRV na stupeň 6, tzn. úplně otevřený ventil. Tlaková ztráta otopného tělesa 1.01 je podstatně nižší  $\Delta p_{1.01}=2865 \text{ Pa} \rightarrow$  nastavíme TRV podle diagramu. K otopnému tělesu potřebujeme přidat tlakovou ztrátu  $\Delta p$  (4.5). Pro odečtení hodnoty z diagramu (diagram 4.5) musíme znát průtokovou hmotnost  $m$  (4.6).

$$\Delta p = \Delta p_{2.04*A} - \Delta p_{1.01} = 9573 - 2865 = 6708 \text{ Pa} \quad (4.5)$$

$$m = 29 \text{ kg/h} \quad (4.6)$$

Z diagramu vyplývá, že na TRV musíme nastavit hodnotu 2, viz (tab. 4.4), pro otopné těleso 1.01. Stejným principem je provedeno přednastavení TRV na ostatních tělesech.



obr. 4.3 – schéma otopné soustavy pro hydraulické vyregulování

tabulka 4.4 – přednastavení TRV

OT	$\Delta p_{OT} [\text{Pa}]$	$m [\text{kg/h}]$	$\Delta p [\text{Pa}]$	TRV
1.01	2865	29	6707	2
1.02	2708	10	6864	1
1.03	2707	7	6865	1
1.04	2716	47	6856	3
1.05	3148	57	6424	3
1.06	2940	26	6632	2
1.07	2743	93	6829	4
1.08	2795	104	6777	4
1.10	2147	57	7425	3
2.01	2342	69	7230	3
2.02	4457	20	5115	2
2.03	7814	102	1758	6
2.04*A	9572	57	0	6
2.04*B	8967	57	605	6
2.05	8977	89	595	6
2.06	8926	104	646	6

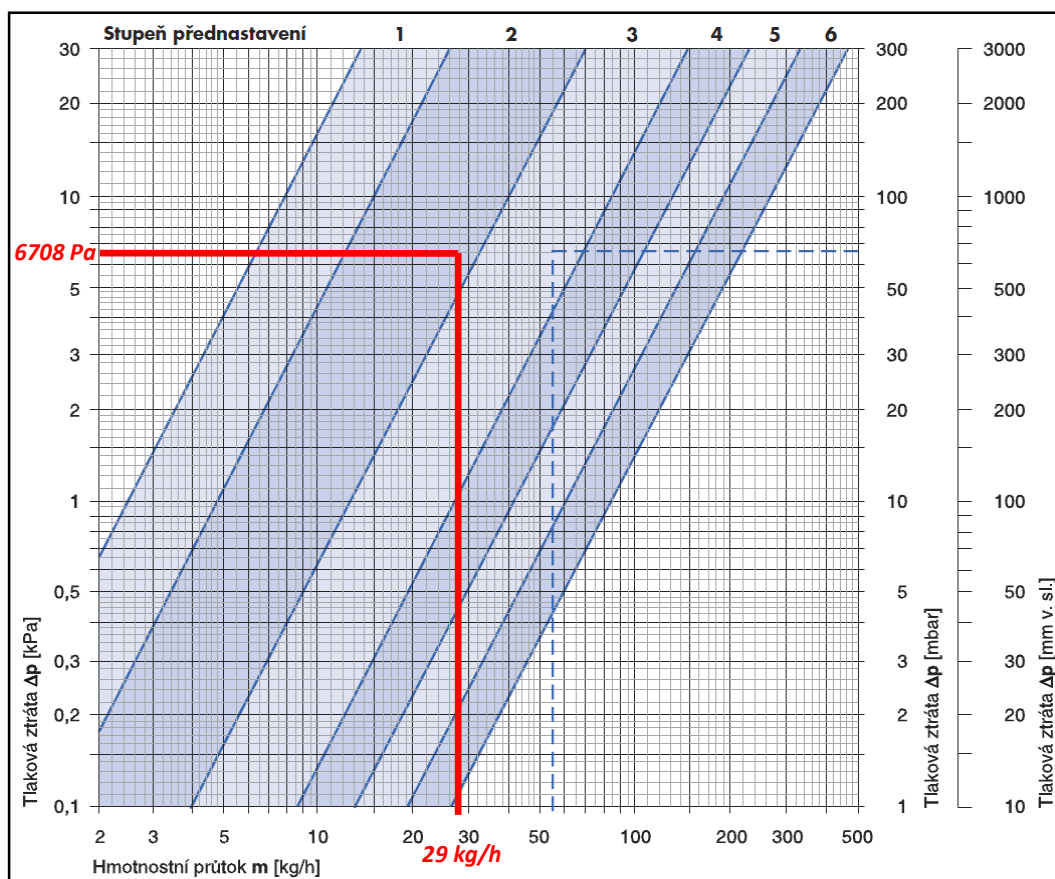


diagram 4.5 – přednastavení TRV [16]

#### 4.26 Fyzikální proces předávání tepla

U otopných těles dochází k přenosu tepla sáláním (zářením, radiací). Sálání souvisí se změnou vnitřní energie otopného tělesa, které zvýší svou energii při průtoku ohřátou vodou. Tato energie z teplosměnných ploch tělesa (i přírodních nezateplených potrubí) vystupuje ve formě elektromagnetických vln do prostředí obklopující těleso. Dopadne-li záření na jiné těleso, dojde ke zvýšení jeho vnitřní energie a k úbytku vnitřní energie otopného tělesa.

#### 4.27 Izolace potrubí

Potrubí je nutné tepelně izolovat z důvodu minimalizace tepelných ztrát v místech, kde to nepotřebujeme. Jedná se tedy o předávání tepla přes potrubí, což je v mém projektu nežádoucí. Je navrženo předávání tepla pouze přes teplosměnné plochy otopných těles.

Podle vyhlášky (č. 193/2007 Sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie


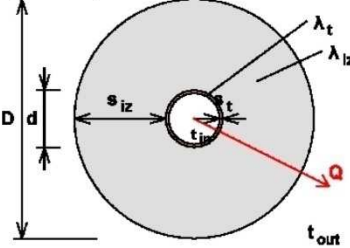
a chladu) je nutné potrubí izolovat dle součinitele prostupu tepla, který se mění v závislosti na DN potrubí.

- pro 1NP rodinného domu byla navržena izolace (obr. 4.6):


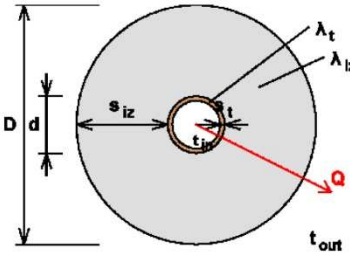
PAROC Section aluCoat T      tl. 30 mm

- pro 2NP rodinného domu byla navržena izolace (obr. 4.7):

ROCKWOOL PIPO      tl. 25 mm

<p><b>Izolace - podrobné technické informace</b></p> <p>PAROC &gt; Section aluCoat T</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30</p> <p>Tloušťka <math>s_{iz}</math> = 30 mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_{iz}</math> = 0.035 W / m K</p>	
<p><b>Trubka</b></p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 18x1</p> <p>Průměr <math>d</math> = 18 mm</p> <p>Tloušťka stěny <math>s_t</math> = 1 mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_t</math> = 372 W / m K</p>	<p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojuj tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
 <p><math>d = 18.0 \text{ mm}</math> <math>D = 78.0 \text{ mm}</math> <math>s_{iz} = 30.0 \text{ mm}</math> <math>D = d + 2 s_{iz} = 78 \text{ mm}</math></p>	<p><b>Potrubí</b></p> <p>Teplota média <math>t_{in}</math> = 55 °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí <math>t_{out}</math> = 20 °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu <math>rh</math> = 65 % ???</p> <p>Teplota rosného bodu <math>t_w</math> = 13.6 °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu <math>\alpha_e</math> = 10 W / m<sup>2</sup> K</p> <p>Délka potrubí <math>l</math> = 1 m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 10 - DN 15 =&gt; <math>U_{O,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}</math></p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p><math>U_O = 0.143 \leq 0.15 \text{ W / m K}</math> =&gt; <b>VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</b></p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p><math>t_{p,iz} = 22 \text{ °C} &gt; t_w</math> =&gt; na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p><math>q_p = 19.8 \text{ W/m}</math></p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p><math>q_{iz} = 5 \text{ W/m}</math></p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>75 %</p>

obr. 4.6 – izolace potrubí [15]

<p><b>Izolace</b> - <a href="#">podrobné technické informace</a></p> <p><b>ROCKWOOL &gt; PIPO/PIPO ALS</b></p> <p>Rozměry izolace - tl. 25</p> <p>Tloušťka <math>s_{iz}</math> = 25 mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_{iz}</math> = 0.037 W / m K</p>	
<p><b>Trubka</b></p> <p><b>Měď</b></p> <p>Rozměry trubky - 15x1</p> <p>Průměr <math>d</math> = 15 mm</p> <p>Tloušťka stěny <math>s_t</math> = 1 mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_t</math> = 372 W / m K</p>	<p>Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.</p> <p>Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C</p>
 <p><math>d = 15.0 \text{ mm}</math> <math>D = 65.0 \text{ mm}</math> <math>s_{iz} = 25.0 \text{ mm}</math></p> <p><math>D = d + 2 s_{iz} = 65 \text{ mm}</math></p>	<p><b>Potrubí</b></p> <p>Teplota média <math>t_{in}</math> = 55 °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí <math>t_{out}</math> = 20 °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu <math>rh</math> = 65 % ???</p> <p>Teplota rosného bodu <math>t_w</math> = 13.6 °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu <math>\alpha_e</math> = 10 W / m<sup>2</sup> K</p> <p>Délka potrubí <math>l</math> = 1 m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 10 - DN 15 =&gt; <math>U_{o,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}</math></p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p><math>U_o = 0.147 \leq 0.15 \text{ W / m K}</math> =&gt; <b>VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</b></p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p><math>t_{p,iz} = 22.5 \text{ °C} &gt; t_w</math> =&gt; na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p><math>q_p = 16.5 \text{ W/m}</math></p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p><math>q_{iz} = 5.2 \text{ W/m}</math></p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>69 %</p>

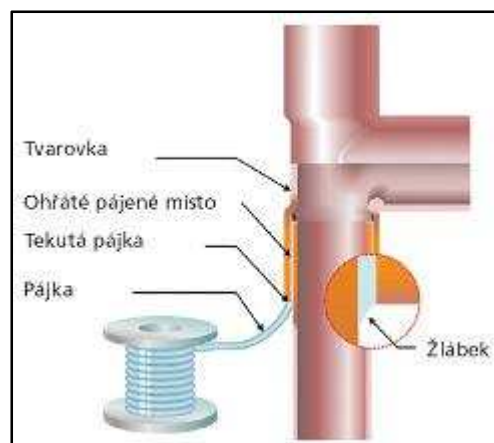
obr. 4.7 – izolace potrubí [15]

## 4.28 Uchycení trubek

Je důležité dbát na to, aby se ocelová příchytka nedotýkala měděné trubky, neboť by došlo k elektrochemické korozi a zničení příchytky. Mezi ocelovou příchytka a měděnou trubku bude vložena pryž.

#### 4.29 Spojování trubek

Trubky budou spojovány pomocí speciálních tvarovek a způsobem zvaným kapilární pájení. Princip kapilárního pájení je uveden na obrázku (obr. 4.8). Bude provedeno pájení natvrdo.



obr. 4.8 – kapilární pájení

#### 4.30 Spádování potrubí

Potrubí bude vedeno ve spádu 0,3 % směrem k místu, kde bude umístěno vypouštění.

#### 4.31 Vypouštění otopné soustavy

1NP bude vypouštěno pomocí kompresoru. Uzavře se vstup i výstup z kotle a kohouty na patě stoupačky, a na kulové kohouty s vypouštěním napojíme přes hadici kompresor. Přes hadici bude voda vyvedena do umyvadla.

2NP bude vypouštěno gravitačně přes vypouštěcí kohouty na patě stoupačky. Voda bude vypouštěna do nádoby (kyblík).

#### 4.32 Armatury a příslušenství otopné soustavy

Příslušenství kotle:

- čerpadlo GRUNDFOS
- expanzní nádoba REFLEX G
- pojistný ventil HONEYWELL SM

Armatury v otopné soustavě:

- kulový kohout GLOBO H (HEIMEIER)
- vypouštěcí kohout kulový GIACOMINI
- termostatický radiátorový ventil KORADO
- HM šroubení přímé KORADO
- filtr GIACOMINI
- manometr
- teploměr

#### 4.33 Výpočet pojistného ventilu

V otopné soustavě dochází vlivem změny teplot ke změně tlakových poměrů. Ty je nutno hlídat, aby nedošlo k překročení největších pracovních přetlaků.

Největší přípustné provozní přetlaky pro:

• kotel VIADRUS Claudie K1	2,5 bar	250 kPa
• oběhové čerpadlo GRUNDFOS	10 bar	1000 kPa
• měděné trubky Supersan	48 bar	4800 kPa
• otopné těleso KORADO RADIK	10 bar	1000 kPa
• kulový kohout GLOBO H	10 bar	1000 kPa
• term. rad. ventil DN15 (fa korado)	10 bar	1000 kPa
• HM šroubení přímé DN15 (fa KORADO)	10 bar	1000 kPa




#### Posouzení pojistného ventilu

Pojistný ventil je součástí kotle VIADRUS Claudie K1.

Otevírací přetlak pojistného ventilu je stanoven na provozní přetlak kotle, tedy na 250 kPa. Jedná se o nejslabší článek otopné soustavy z hlediska přípustného provozního přetlaku.

Podle výpočtu (výpočet 4.9) dle ČSN 06 0830 [13] je navržen pojistný ventil Honeywell SM 120-1/2" - membránový pojistný ventil pro uzavřené otopné soustavy s expanzní nádobou.



Zdroj tepla:	Skupina:	Teplotní interval [°C]	vstup do PV	výstup z PV
 výměník tepla	A1	$T_1 < 100$	voda	voda
 kotel	A2	$100 < T_1 < t_{2x}$	voda	směs
	A3	$100 \leq t_{2x} \leq T_1$	pára	pára
	 B		pára	pára

$T_1$  - výpočtová teplota ohřívací vody na vstupu

$t_{2x}$  - teplota ohřívání vody na mezi odparu při přetlaku  $p_{ot}$

#### Výpočtové parametry pojistných ventilů: HONEYWELL

jmenovitá světlost DN [mm]	1/2"	3/4"	1"	5/4"	6/4"	2"
nejmenší průtočný průřez $S_o$ [mm <sup>2</sup> ]	201	201	452	572		
výtokový součinitel $\alpha_w$ [-]	0,289	0,449	0,558	0,583		

**Poznámka:** Přednastavené hodnoty průtočného průřezu a výtokového součinitele můžete změnit a výpočet se provede znovu pro Vámi zadané hodnoty.

$p_{ot} = 250$ kPa	... otevírací přetlak pojistného ventilu
$Q_n = 16$ kW	... jmenovitý výkon zdroje tepla
$S_o = 111$ mm <sup>2</sup>	... vypočtený minimální průřez sedla pojistného ventilu
SM 120-1/2"	... navržený pojistný ventil
$S_o = 201$ mm <sup>2</sup>	... skutečný průřez sedla navrženého pojistného ventilu
$d_1 = 21$ mm	... minimální vnitřní průměr <b>vstupního</b> pojistného potrubí
$d_2 = 21$ mm	... minimální vnitřní průměr <b>výstupního</b> pojistného potrubí

**Poznámka:** Na vypočtený vnitřní průměr pojistného potrubí se v případě napojení pohlíží pouze orientačně. Dimenze potrubí musí vyhovovat podmínce, aby tlaková ztráta pojistného potrubí před pojistným ventilem nepřesáhla hodnotu  $0,03 \cdot p_{ot}$  a celková ztráta pojistného potrubí nepřesáhla hodnotu  $0,10 \cdot p_{ot}$

#### Teorie výpočtu:

průřez sedla pojistného ventilu je stanoven ze vztahu:  $S_o = \frac{2 \cdot Q_p}{\alpha_w \cdot \sqrt{p_{ot}}} \text{ [mm}^2\text{]} \dots \text{ pro vodu}$

$$S_o = \frac{Q_p}{\alpha_w \cdot K} \text{ [mm}^2\text{]} \dots \text{ pro páru}$$

kde pojistný výkon  $Q_p = 2 \cdot Q_n$  [kW] ... pro výměníky skupiny A2  
 $Q_p = Q_n$  [kW] ... pro ostatní zdroje

vnitřní průměr pojistného potrubí:  $d_v = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{Q_p}$  [mm] ... pro případ kdy nemůže dojít k vývinu páry

$d_p = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Q_p}$  [mm] ... pro případ kdy dochází k vývinu páry

Konstanta  $K$  [kW.mm<sup>-2</sup>] je závislá na stavu syté vodní páry a určí se podle následující tabulky:

$p_{ot}$ [kPa]	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1000
$K$ [kW.mm <sup>-2</sup> ]	0,5	0,67	0,82	0,97	1,12	1,26	1,41	1,55	1,69	1,83	1,97	2,1	2,37	2,64	2,91	3,18

výpočet 4.9 – výpočet pojistného ventilu [15]

#### 4.34 Výpočet expanzní nádoby

Expanzní nádoba je v otopné soustavě umístěna z důvodu objemových a tlakových změn, které vznikají při teplotních změnách teplotnosné látky.

##### Posouzení expanzní nádoby

Expanzní nádoba je součástí kotle VIADRUS Claudie K1.

Podle výpočtu (výpočet 4.10) dle ČSN 06 0310 [14] je navržena tlaková expanzní nádoba *REFLEX G* o objemu 8l s vyměnitelnou membránou.

##### OBJEM SOUSTAVY

průměr trubky (mm)	poloměr trubky (mm)	průřez (dm <sup>2</sup> )	délka (m)	délka (dm)	objem (l)
6	3	0,00283	0,6	6	0,0169646
8	4	0,00503	16	160	0,8042477
10	5	0,00785	58	580	4,5553093
13	6,5	0,01327	52,4	524	6,955172
16	8	0,02011	37	370	7,4392914
20	10	0,03142	14,2	142	4,4610616

objem kotle	7
objem vody v potrubí	23,410834
objem vody v tělesech	73,54
<b>celkem vody (l)</b>	<b>103,9508</b>

##### ROZDÍL TEPLOT TOPNÉ VODY

$t_{p,max} =$	55	°C
$t_0 =$	45	°C
$\Delta t = t_{p,max} - t_0 =$	10	°C

##### POČÁTEČNÍ PŘETLAK

$h_{max} =$	2,4	m
hustota vody $\rho =$	1000	kg/m <sup>3</sup>
tíhové zrychlení $g_n =$	10	m/s <sup>2</sup>
$p_{p1} = \rho * g_n * h_{max} / 1000 =$	24	kPa

##### POČÁTEČNÍ TLAK

$p_{a1} = p_{p1} + 100 =$	124,0	kPa
---------------------------	-------	-----



### KONEČNÝ TLAK

$p_{a2} = 250$  kPa

### SOUČINITEL VYUŽITÍ EXPANZNÍ NÁDOBY

$\eta = (p_{a2} - p_{a1}) / p_{a2} = 0,504$

### ZVĚTŠENÍ OBJEMU VODY

$n = 0,0141$  l/kW

$\Delta V = n \cdot V = 1,47$  l

$V_c = (1,30 \cdot \Delta V) / \eta = 3,78$  l

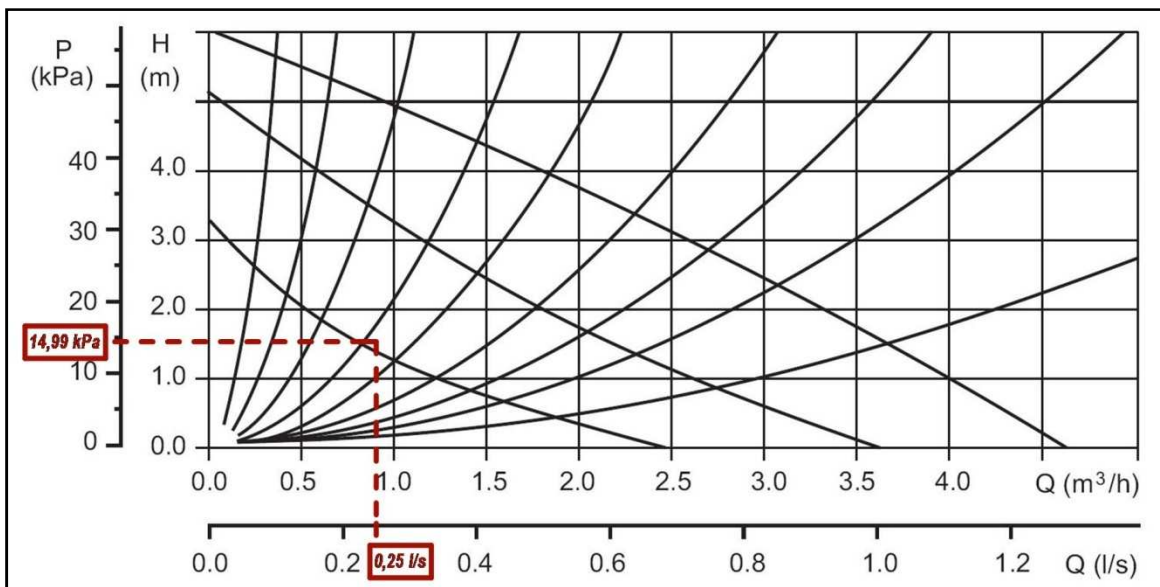
**Expanzní nádoba o objemu 8 litrů, která je součástí kotle, vyhovuje.**

Výkon zdroje tepla - pojistný výkon	$Q_p = 16$ kW	Součinitel zvětšení n = 0.0141															
Maximální teplota otopné vody	$t_{max} = 55$ °C	objemu při ( $t_{max} - 10$ °C)															
<b>Zadejte nejnižší z těchto prvků soustavy</b>																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Konstrukční přetlak <math>p_{rx}</math></th> <th>Výška nad MR <math>h_{MR}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Čerpadlo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kotel</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Otopné těleso</td> <td>1000 kPa</td> <td>-1 m</td> </tr> <tr> <td>Jiné zařízení</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Konstrukční přetlak $p_{rx}$	Výška nad MR $h_{MR}$	Čerpadlo			Kotel			Otopné těleso	1000 kPa	-1 m	Jiné zařízení		
	Konstrukční přetlak $p_{rx}$	Výška nad MR $h_{MR}$															
Čerpadlo																	
Kotel																	
Otopné těleso	1000 kPa	-1 m															
Jiné zařízení																	
Konstrukční přetlak soustavy (v MR)		$p_k = 990$ kPa															
Výška nejvyššího bodu otopné soustavy	$h = 2,4$ m	Nejnižší přetlak $p_{d,dov}$ 26 kPa															
Nejnižší pracovní přetlak soustavy	$p_d = 80$ kPa	$p_d > p_{d,dov} \Rightarrow$ VYHOVUJE															
Nejvyšší pracovní přetlak soustavy	$p_{h,dov} = 250$ kPa	$p_k > p_{h,dov} \Rightarrow$ VYHOVUJE															
<b>Vodní objem otopné soustavy</b>																	
Kotel	$V_k = 7$ l																
Potrubí	$V_p = 23,41$ l																
Otopná tělesa	$V_{OT} = 73,54$ l																
Ostatní zařízení	$V_{ost} = 0$ l																
$V = V_k + V_p + V_{OT} + V_{ost} = 104$ l																	
<b>Výsledky</b>																	
Vypočítaný objem expanzní tlakové nádoby	$V_{et} = 3.9$ l																
Vnitřní průměr pojistného potrubí	$d_v = 12.4$ mm																

výpočet 4.10 – výpočet expanzní nádoby [15]

#### 4.35 Posouzení oběhového čerpadla

Oběhové čerpadlo je standardně součástí kotle VIADRUS Claudie K1. Jde o tří-rychlostní čerpadlo GRUNDFOS UPS 15-60-130. Nastavení rychlosti provedeme tak, aby byl otopný systém hydraulicky vyvážený (obr. 4.11).



obr. 4.11 – Charakteristika čerpadla GRUNDFOS UPS 15-60-130 [17]

$p=14,99 \text{ kPa}$  -tlaková ztráta nejnepříznivěji umístěného OT

$Q=0,25 \text{ l/s}$  -hmotnostní průtok přes čerpadlo

Čerpadlo na navrženou soustavu **vyhovuje**, neboť je schopno přenést daný hmotnostní průtok při příslušné tlakové ztrátě.

## 5 ZÁVĚR

Předmětem bakalářské bylo využití mých dosavadních znalostí z oboru vytápění a návrh otopné soustavy tak, aby bylo využito hledisko ekologické i ekonomické.

Při výpočtech bylo zjištěno, že při využití nových a moderních stavebních materiálů můžeme dosáhnout malých tepelných ztrát. V mém případě se jednalo o tepelnou ztrátu 9,94 kW při užitné ploše 232,37 m<sup>2</sup> a obestavěném prostoru 911 m<sup>3</sup>.

V práci bylo zahrnuto také porovnání nákladů na vytápění, neboť v dnešní moderní době existuje řada způsobů jak a čím topit. Bylo zde porovnáváno: kondenzační plynový kotel, zplyňovací kotel na dřevo a klasický odhořívací kotel na koks. Všechny tři možnosti se v dnešní době hodně využívají, a proto je zde uveden výsledek porovnání nákladů. Nejlevnější variantou je zplyňovací kotel, jehož náklady na jednotku tepla činí 0,58 Kč/kWh. Následuje kotel na koks, kde náklady činí 1,36 Kč/kWh a nejdražší variantou se jeví kotel kondenzační s 1,39 Kč/kWh. Slovo „nejdražší“ však nelze brát katastroficky, neboť roční náklady v navrženém rodinném domě, při využití kondenzačního kotle, činí 23 000 Kč. Vyšší cena, oproti zplyňovacímu kotli, může být brána jako „daň“ za to, že nám odpadne nutnost ručního přikládání paliva do kotle.

Na závěr bych chtěl ještě doplnit, že zavádění modernizace a fyzikálních poznatků (zplyňování, kondenzace) do vytápění vede ke zlepšování ekologie naší planety a je tedy nutností se touto problematikou stále horlivě zabývat.

## SEZNAM VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE

### Stavební část:

- ST/1 PŮDORYS 1NP 1:50
- ST/2 PŮDORYS 2NP 1:50
- ST/3 PŮDORYS STROPU 1:50
- ST/4 ZÁKLADY 1:50
- ST/5 PŮDORYS PLOCHÉ STŘECHY 1:50
- ST/6 ŘEZ A-A' 1:50
- ST/7 POHLEDY 1:100
- ST/8 SITUACE 1:200

### TZB část (vytápění):

- VT/1 VYTÁPĚNÍ – PŮDORYS 1NP 1:50
- VT/2 VYTÁPĚNÍ – PŮDORYS 2NP 1:50
- VT/3 ROZVINUTÝ ŘEZ OTOPNOU SOUSTAVOU 1:50
- VT/4 SCHÉMA ROZVINUTÉHO ŘEZU VYTÁPĚNÍ 1:50  
PRO VÝPOČET TLAKOVÝCH ZTRÁT

## SEZNAM PŘÍLOH

- TABULKA SKLADEB KONSTRUKCÍ
- VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)
  - PODLAHA NA TERÉNU
  - VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA
  - OBVODOVÁ STĚNA
  - PŘÍČKA
  - PLOCHÁ STŘECHA
  - STROP+PODLAHA
- VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU, POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ A PRŮMĚRNÉHO SOUČinitele PROSTUPU TEPLA
- NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES PRO ÚSTŘEDNÍ VYTÁPĚNÍ
- VÝPOČET TLAKOVÝCH ZTRÁT OTOPNÉ SOUSTAVY

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] VAVERKA, J. a kol.: Stavební tepelná technika a energetika budov. Nakladatelství VUTIUM, 2006.
- [2] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. Část 2: Požadavky. Praha: ČNI 2007.
- [3] Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí)
- [4] Svoboda, Zbyněk. Svoboda software 2008 [počítačový program]. Verze 2008.0.0. [Praha], 2008.
- [5] ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov. Část 2: Návrhové hodnoty veličin. Praha: ČNI 2005.
- [6] ČSN EN 12056-3 Vnitřní kanalizace-Gravitační systémy. Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech. Navrhování a výpočet. Praha: ČNI 2001.
- [7] TPG 800 01 Vyústění odtahů spalin od spotřebičů na plynná paliva na venkovní zdi. TPG - Technická pravidla GAS. 1997.
- [8] VIADRUS. Návod k obsluze a instalaci kondenzačního kotle Viadrus Claudie K 1 [online prospekt]. ŽDB GROUP a.s., závod Topenářská technika VIADRUS. 2007.
- [9] ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu. Praha: ČNI 2005.
- [10] ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb - Kreslení výkresů stavební části. Praha: ČNI 2004.
- [11] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb.
- [12] Laboutka, K., Suchánek, T.: Výpočtové tabulky pro vytápění, vztahy a pomůcky. Společnost pro techniku prostředí. Praha 2001.
- [13] ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení. Praha: ČNI 2006.
- [14] ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž. Praha: ČNI 2006.
- [15] <http://www.tzb-info.cz>
- [16] <http://www.korado.cz>
- [17] <http://www.viadrus.cz>
- [18] <http://www.dakon.cz>
- [19] <http://www.atmos.cz>
- [20] <http://www.wienerberger.cz>